



การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำบีทรูทผสมน้ำแครอทและน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน Product Development of Beetroot Juice Mixed with Carrot Juice and Pineapple Juice Supplemented with Collagen

วัฒนา วิรุฒิกร

Wattana Wirutthikorn

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology

Thanyaburi

E-mail : wattana@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของบีทรูท แครอท และสับปะรดต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำบีทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน การศึกษาครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สิ่งทดลอง โดยแปรปริมาณบีทรูท แครอท และสับปะรดที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ 100: 0: 0, 75: 25: 0, 75: 0: 25 และ 50: 25: 25 นำมาวัดสมบัติทางเคมีกายภาพ สี และลักษณะปรากฏ ความเป็นกรด-ด่างโดยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละความเป็นกรดทั้งหมดโดยการไตเตรท ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดโดยเครื่องวัดการสะท้อนแสง และแอนโทไซยานินโดยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง สมบัติทางจุลชีววิทยาด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด และการยอมรับรสชาติสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นความสว่าง และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำบีทรูทมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้แอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า อัตราส่วน 75: 0: 25 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุดคือ 7.17, 6.40 และ 6.70 ตามลำดับ

คำสำคัญ : บีทรูท แครอท สับปะรด คอลลาเจน

Abstract

The aim of this research was to study the optimum beetroot, carrot and pineapple quantities on the qualities of blended beetroot juice carrot juice and pineapple juice supplemented with collagen. This research consisted in four different ratios of beetroot: carrot: pineapple at 100: 0: 0, 75: 25: 0, 75: 0: 25 and 50: 25: 25, respectively. The physical, chemical and microbiological properties as color, appearance, pH (pH meter), percentage of total acidity (titration), total soluble solid (hand refractometer) and anthocyanin (spectrophotometer) as well as total plate count were also determined. Sensory evaluation of each product's color, odor, taste and overall acceptability using 9-points hedonic scale with thirty of untrained panelists. It was found that physicochemical properties were significantly different ($p \leq 0.05$), except the brightness and total soluble solid. The amounts of beetroot juice were increased and the trends of anthocyanin were increased statistically significant. The microbiological results revealed that total plate



count was followed standard regulation. The results of sensory evaluation as color, taste and overall liking of Treatment 3 gave the highest scores of 7.17, 6.40 and 6.70, respectively.

Keywords : Beetroot, Carrot, Pineapple, Collagen

บทนำ

ในปัจจุบันผลิตผลทางการเกษตรของไทยมีจำนวนมากหาได้ง่ายตามท้องตลาด และมีราคาถูกรวมถึงในสังคมปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญเรื่องสุขภาพมากขึ้น แต่เนื่องด้วยรูปแบบการดำรงชีวิตประจำวันที่เปลี่ยนไปมีข้อจำกัดเรื่องเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่งผลทำให้ผู้บริโภคต้องมีการปรับตัวการดำรงชีวิตประจำวันที่เปลี่ยนแปลงมาก ขาดเวลาในการเอาใจใส่ดูแลตัวเอง ขาดการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และการพักผ่อนที่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้การเลือกบริโภคอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็น อาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างสูง ซึ่งจะเห็นได้จากการมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพออกมาจำหน่ายหลายชนิดในท้องตลาดอย่างต่อเนื่อง เช่น น้ำนมข้าวโพด น้ำนมถั่วเหลือง น้ำลูกเดือย เป็นต้น (สุรพงษ์และธัญ, 2561) และมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพหลายชนิด เช่น การพัฒนาเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ผสมผักข้าว (วัฒนา, 2562) การพัฒนาเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ผสมนมวัวและนมแพะ (วัฒนา, 2564ก) การพัฒนาเครื่องดื่มมันม่วงผสมขิงผง (วัฒนา, 2564ค) การพัฒนาเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำเบอร์รี่รวม (วัฒนา, 2564ข) การพัฒนาเครื่องดื่มผงโกโก้ผสมผงใบบัวบก (วัฒนา, 2565ข) และการพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรฝางเสริมคอลลาเจน (จิรพรและสาวิณี, 2558) การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำแก่นฝางผสมน้ำมัลเบอร์รี่ (วัฒนา, 2565ก) การพัฒนาเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำบีทรูท (ปิ่นมณี, 2559; 2561; Kwanmuang, 2016) จะเห็นได้ว่าเครื่องดื่มที่ผลิตจากผัก และผลไม้แต่ละชนิดมีประโยชน์ต่อสุขภาพแตกต่างกันไปตามสรรพคุณชนิดนั้น ๆ เป็นต้น

บีทรูทเป็นผักที่ประกอบด้วยสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันเล็กน้อย น้ำบีทรูทจัดเป็นน้ำผักที่ประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด ได้แก่ โคลโรฟิลล์ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม กำมะถัน คลอรีน ไอโอดีน เหล็ก ทองแดง วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน วิตามินบี6 และวิตามินซี นอกจากนี้ยังประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย แต่มีพลังงานต่ำมีความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.5-7.0 (สุชาติและชญาดา, 2561) ประกอบด้วยรงควัตถุที่สำคัญ คือ เบตาเลน เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีแดงและเหลือง ละลายน้ำได้ดี พบครั้งแรกในบีทรูท สามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ต่ำกว่าคาเทชิน (Catechin) และวิตามินซี (หัตถา, 2557) และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) จัดเป็นรงควัตถุธรรมชาติที่ให้สีชมพูแดง ม่วง และน้ำเงิน ซึ่งจัดเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ และอัมพาต (ภขมน, 2556; Stafford, 1994) ซึ่งโดยปกติบีทรูทประกอบด้วยสารให้สีแดง และสีม่วง สารที่ให้สีแดง คือ บีทานิน (Betanin) ซึ่งเป็นกลูโคไซด์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้เป็นน้ำตาลกลูโคส และเบตานินดิน ประโยชน์สารชนิดนี้ใช้เป็นสารแต่งสีในอาหาร สีมี่ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ส่วนสารสีม่วง คือ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและอัมพาตได้ ช่วยล้างสารพิษในร่างกาย และเป็นยาระบาย แคโรทีน (Carotenoid) เป็นรงควัตถุ (Pigment) สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง พบทั่วไปในพืชและสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ อุตสาหกรรมอาหารใช้เป็นสีผสมอาหาร (Food color) จากธรรมชาติเป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) (หัตถา, 2557; ภขมน, 2556; สุชาติและชญาดา, 2561; Stafford, 1994)

แคโรทีนเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียกลางถึงเอเชียตะวันตก ส่วนของรากที่นำมาใช้ประกอบอาหารที่มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง มีรสหวานมีหลายสีตั้งแต่สีส้ม สีแดงจนถึงสีเหลืองเนื่องจาก มีรงควัตถุประเภทแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารตั้งต้นวิตามินเอในปริมาณมากทำให้ผิวพรรณสดใสมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดการเสื่อมของเซลล์ผิวหนัง (ธีรนาถ, 2560; นพวรรณและณัฐา, 2532)



สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีปลูกได้ในทุกพื้นที่ในประเทศไทย มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเพราะ มีเอนไซม์ช่วยย่อยจากธรรมชาติประกอบด้วยวิตามินซีจำนวนมาก ช่วยลดอาการแผลผ่าตัดหายเร็วขึ้น ลดอาการอักเสบการอักเสบที่ผิวหนัง ริดสีดวงทวาร โรคเกี่ยวกับกระดูก เอนไซม์ที่สำคัญคือ บรอมีเลน ช่วยย่อยโปรตีนเนื้อสัตว์ ให้มีความนุ่ม (กองบรรณาธิการนิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน, 2558)

ดังนั้นผู้วิจัยเล็งเห็นประโยชน์จากปืทุท แครอท และสับปะรดในด้านสารอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการ ในวัตถุดิบหลักดังกล่าว หากมีการพัฒนาเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำปืทุทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่มีผู้บริโภคมีความสนใจและให้การยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จึงได้มีการนำเอา น้ำปืทุทรวมมาผสมกับน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำปืทุทผสมแครอท และน้ำสับปะรดที่มีสี สีสันที่สวยงามในผลิตภัณฑ์มากขึ้นโดยการเสริมคอลลาเจนในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีสรรพคุณด้านช่วยให้ผิวพรรณเต่งตึง ลดรอยเหี่ยวย่น และเสริมความงามของผิวพรรณ (Lareu et al., 2010) เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ที่ทำให้เกิดความหลากหลาย และมีรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำปืทุทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดดังกล่าวเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากกับกลุ่มผู้บริโภคที่มีความห่วงใยเรื่องสุขภาพ โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำปืทุทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปืทุท แครอท และสับปะรด การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมน้ำปืทุท น้ำแครอท และน้ำสับปะรด

นำปืทุท แครอท และสับปะรดมาล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำให้แห้ง ปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักหั่นให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก ดังตารางที่ 1 นำมาปั่นผสมน้ำอัตราส่วน 1: 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก ให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า ทำการปรับของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 11 บริกซ์ โดยใช้วิธี Pearson's square กรองด้วยผ้าขาวบาง แยกส่วนที่เป็นตะกอนเอาแต่ส่วนที่เป็นน้ำ เติมคอลลาเจนยี่ห้อนิปปิเป็นคอลลาเจนบริสุทธิ์ เปปไทด์ร้อยละ 100 สูตรใหม่ FCP-EX-G ประเทศญี่ปุ่น สั่งซื้อออนไลน์ผ่านร้านชอปปี้ เพคติน และกรดซิตริก ดังตารางที่ 1 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาที และเก็บรักษาในภาชนะขวดพลาสติกขนาด 400 มิลลิลิตร บรรจุปิดสนิททำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ดัดแปลงจาก นลินี (2558); ปิ่นมณี (2559) งานวิจัยนี้แบ่งได้เป็น 4 สิ่งทดลองตามอัตราส่วนน้ำปืทุท: น้ำแครอท: น้ำสับปะรด คือ สิ่งทดลองที่ 1 (สูตรควบคุม): 100: 0: 0 สิ่งทดลองที่ 2: 75: 25: 0, สิ่งทดลองที่ 3: 75: 0: 25 และสิ่งทดลองที่ 4: 50: 25: 25

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำปืทุทผสมน้ำแครอทและน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน

ส่วนผสม	อัตราส่วนน้ำปืทุท: น้ำแครอท: น้ำสับปะรด			
	100:0:0	75:25:0	75:0:25	50:25:25
1. น้ำปืทุท (มิลลิลิตร)	100	75	75	75
2. น้ำแครอท (มิลลิลิตร)	0	25	0	25
3. น้ำสับปะรด (มิลลิลิตร)	0	0	25	25
4. คอลลาเจน (กรัม)	0.5	0.5	0.5	0.5
5. เพคติน (กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2
6. กรดซิตริก (กรัม)	0.35	0.35	0.35	0.35

ที่มา: ดัดแปลงสูตรจาก นลินี (2558); ปิ่นมณี (2559)



2. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าความสว่าง และค่าสี (L^* , a^* และ b^*) เครื่องมือวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10 ประเทศญี่ปุ่น ตามวิธีการของ AOAC (2000) ลักษณะภายนอกปรากฏ ดัดแปลงตามวิธีการของ จุฬารักษ์และรสิตา (2551)

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เครื่องมือยี่ห้อ OHAUS รุ่น ST3100-F ประเทศจีน ตามวิธีการของ AOAC (2000) ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) เครื่องมือ hand refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น FG-103 ประเทศญี่ปุ่น ตามวิธีการของ AOAC (2000) ร้อยละกรดทั้งหมด (คำนวณในรูปกรดซิตริก) ตามวิธีการของ AOAC (2000) และแอนโธไซยานิน ตามวิธีการของ AOAC (2005)

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ตามวิธีการของ FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2008)

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9 point hedonic scale test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม (ไพโรจน์, 2545)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft excel 2016 (เป็นโปรแกรมการวิเคราะห์ค่าสถิติในชุดโปรแกรม Microsoft) การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) (ไพโรจน์, 2545)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ และลักษณะปรากฏของเครื่องดื่มน้ำบีทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน ผลการศึกษาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสีและลักษณะปรากฏของเครื่องดื่มน้ำบีทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน

อัตราส่วนน้ำบีทรูท:	ลักษณะภายนอกปรากฏ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		L^{*ns}	a^*	b^*
น้ำแครอท:				
น้ำสับปะรด				
100:0:0	ตะกอนบีทรูท สีแดงอมม่วงเข้ม	3.20 $\pm$ 0.73	3.91 $\pm$ 0.39 ^c	3.31 $\pm$ 1.22 ^{ab}
75:25:0	ตะกอนบีทรูท แครอทสีแดงอมม่วง	3.51 $\pm$ 0.74	5.06 $\pm$ 2.27 ^b	3.01 $\pm$ 0.51 ^b
75:0:25	ตะกอนบีทรูท สับปะรดสีแดงอมม่วง	3.18 $\pm$ 0.26	5.51 $\pm$ 0.53 ^b	2.58 $\pm$ 0.76 ^b
50:25:25	ตะกอนบีทรูท แครอท สับปะรดสีแดงอมม่วง	4.71 $\pm$ 0.80	7.97 $\pm$ 1.45 ^a	5.28 $\pm$ 0.16 ^a

หมายเหตุ: ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4 ตัวอย่าง ทดลอง 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

*a,b,c... ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



จากการศึกษาคุณภาพด้านเคมีของเครื่องต้มน้ำบิทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน ผลการศึกษา
ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำบิทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน

อัตราส่วน น้ำบิทรูท: น้ำแครอท: น้ำสับปะรด	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	ความเป็นกรด-ด่าง*	ร้อยละกรดทั้งหมด*	ของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทั้งหมด ($^{\circ}$ บริกซ์) ^{ns}	แอนโทไซยานิน (มก./ล.)*
100:0:0	3.98 $\pm$ 0.03 ^b	0.72 $\pm$ 0.76 ^b	13.63 $\pm$ 0.38	0.2307 $\pm$ 0.01 ^a
75:25:0	4.08 $\pm$ 0.10 ^a	0.68 $\pm$ 0.35 ^c	13.23 $\pm$ 0.25	0.0857 $\pm$ 0.04 ^c
75:0:25	3.96 $\pm$ 0.01 ^{bc}	0.88 $\pm$ 0.51 ^a	13.47 $\pm$ 0.15	0.1530 $\pm$ 0.03 ^b
50:25:25	3.94 $\pm$ 0.01 ^c	0.89 $\pm$ 0.45 ^a	13.23 $\pm$ 0.28	0.0323 $\pm$ 0.02 ^d

หมายเหตุ: ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4 ตัวอย่าง ทดลอง 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

*a,b,c... ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเครื่องต้มน้ำบิทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในทุกสิ่งทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มน้ำบิทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน ผลการศึกษาดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำบิทรูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน

อัตราส่วนน้ำบิทรูท: น้ำแครอท: น้ำสับปะรด	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	สี ^{ns}	กลิ่น*	รสชาติ*	ความชอบโดยรวม*
100:0:0	6.97 $\pm$ 0.14	5.03 $\pm$ 0.18 ^c	5.37 $\pm$ 0.18 ^b	5.43 $\pm$ 0.18 ^b
75:25:0	6.87 $\pm$ 0.15	5.73 $\pm$ 0.19 ^b	6.03 $\pm$ 0.19 ^a	6.23 $\pm$ 0.19 ^a
75:0:25	7.17 $\pm$ 0.18	6.13 $\pm$ 0.18 ^{ab}	6.40 $\pm$ 0.18 ^a	6.70 $\pm$ 0.18 ^a
50:25:25	7.00 $\pm$ 0.19	6.23 $\pm$ 0.19 ^a	6.33 $\pm$ 0.19 ^a	6.60 $\pm$ 0.16 ^a

หมายเหตุ: ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4 ตัวอย่าง ทดลอง 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

*a,b,c... ตัวอักษรที่แตกต่างกันที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองจากการวิเคราะห์สมบัติกายภาพ (ตารางที่ 2) พบว่า ค่าสีแดง และสีเหลืองที่วัดได้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทั้ง 4 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นค่าความสว่าง ทั้งนี้เนื่องจาก การใช้สัดส่วนของบัทธูท แครอท และสับปะรดที่ต่างกันทำให้ค่าความสว่างที่วัดได้ไม่แตกต่างกันเพราะ เกิดตะกอนในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สิ่งทดลองผลิตภัณฑ์มีตะกอนมากขึ้นเมื่อใช้อัตราส่วนของบัทธูทมาก (สิ่งทดลองที่ 1) ส่งผลทำให้ค่าความสว่างที่วัดได้มีค่าลดลง ส่วนค่าสีแดง และค่าสีเหลืองที่วัดได้แตกต่างกัน จากผลการวิจัยจะเห็นได้ชัดเมื่อนำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด คือ น้ำบัทธูท น้ำแครอท และน้ำสับปะรดซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดมีสีที่ต่างก็นำมาผสมกันดังสิ่งทดลองที่ 4 จะเห็นได้ว่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีทั้งส่วนที่เป็นน้ำบัทธูท น้ำแครอท และน้ำสับปะรดค่าสีที่วัดได้ทั้งค่าสีแดง และสีเหลืองมีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนน้ำบัทธูทที่ลดลง แต่สัดส่วนน้ำแครอทและน้ำสับปะรดที่เท่ากัน (วัฒนา, 2562; 2564ก; 2564ข; 2564ค; 2565ก; สุรพงษ์และรัชณี, 2561; สุรีย์, 2552) ระดับปริมาตรตะกอนที่พบในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกัน ความขุ่นในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองเกิดจากสารประกอบในเซลล์พืชประเภทไฮโดรคอลลอยด์ เช่น แทนนิน เพคติน เจลาติน สำหรับคอลลาเจนเป็นโปรตีนที่เติมลงไปปริมาณเล็กน้อยซึ่งมีส่วนในเรื่องทำให้การเกิดตะกอนกระจายตัวมากขึ้น นอกจากนี้ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนผสมของน้ำผลไม้ และมีผลต่อการเกิดความขุ่นในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ (วัฒนา, 2562; 2564ก; 2564ข; 2564ค; 2565ก) แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการดูลักษณะการเกิดสี และปริมาณตะกอนของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่เกิดขึ้นจึงไม่ได้ศึกษาการเติมปริมาณสารที่ทำให้เกิดความคงตัว

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าที่วัดได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) จากผลการทดลองที่ได้แสดงว่า สัดส่วนน้ำบัทธูท น้ำแครอท และน้ำสับปะรดที่ต่างกันมีผลต่อการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละกรดทั้งหมด และแอนโทไซยานิน แต่ไม่มีผลต่อของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด สำหรับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทั้ง 4 สิ่งทดลอง ในส่วนของรงควัตถุหลักที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ เบตาเลน แอนโทไซยานิน และแคโรทีนอยด์ สำหรับแอนโทไซยานินที่มีสีตามสภาวะที่เป็นด่าง (ความเป็นกรด-ด่าง > 7) จะมีสีน้ำเงินเข้ม หากอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่างที่มากขึ้นถึงเป็นกลาง (ความเป็นกรด-ด่าง 6-7) จะมีสีม่วง แอนโทไซยานินประกอบไปด้วยส่วนของอะไกลโคน น้ำตาล และหมู่เอทิล แอนโทไซยานินจะมีด้วยกันหลายชนิดแต่ทุกชนิดมีโครงสร้างหลักเป็นสารชนิดเดียวกัน ที่เรียกว่า แอนโทไซยานินดิน ที่มีคาร์บอน 15 อะตอมอยู่ภายในโมเลกุล คือ โครงสร้างแบบ C6-C3-C6 เป็นไกลโคไซด์ของ 2-phenylbenzopyrylium หรือ flavylum cation (Min-Kyoung et al., 2008) สำหรับเบตาเลนเป็นรงควัตถุที่มี 2 ชนิด คือ Betacyanin ประกอบด้วยเม็ดสีเบตาแลงสีแดงถึงสีม่วงพบในพืช ได้แก่ Betanin, Isobetanin, Probetanin และ Neobetanin และ Betaxanthins เป็นเม็ดสี Betalain ที่ปรากฏเป็นสีเหลืองถึงสีส้มพบในพืช ได้แก่ Vulgaxanthin, Miraxanthin, Portulaxanthin และ Indicaxanthin (รีนาประภาและคณะ, 2564; สุชาติและชญาดา, 2561) สำหรับแคโรทีนอยด์เป็นสารที่พบได้ในธรรมชาติ พบมากในพืชที่มีสีแดง ส้ม เหลือง และเขียว มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ สารก่อมะเร็งในสิ่งแวดล้อม และช่วยป้องกันการก่อตัวของอนุมูลอิสระ (ธีรนาถ, 2560) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างในทุกสิ่งทดลองที่วัดได้อยู่ในช่วง 3.94-4.08 เนื่องจาก น้ำบัทธูท และน้ำสับปะรดมีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน ซึ่งจัดได้ว่าเป็นช่วงที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงต่ำผลทำให้ร้อยละความเป็นกรดทั้งหมดมีค่าสูงด้วยซึ่งสอดคล้องกับสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นถ้าผลิตภัณฑ์ระหว่างน้ำบัทธูทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดโดยใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง และร้อยละกรดทั้งหมด (ปิ่นมณี, 2559; วัฒนา, 2562; 2564ก; 2564ข; 2564ค; 2565ก) สำหรับของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างทั้งนี้เนื่องจาก สัดส่วนของน้ำบัทธูท น้ำแครอท และน้ำสับปะรดอาจจะไม่แตกต่างกันมาก แต่องค์ประกอบอื่น เช่น คอลลาเจน เพคติน และกรดซิตริกเท่ากัน ทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สิ่งทดลองมีค่าในช่วง 0.0323-0.2307 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าลดลงเมื่อนำมาให้ความร้อนแบบพาสเจอร์ไรซ์ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินเกิดการสลายตัวไป มีรายงานวิจัยจากการตรวจหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

ในน้ำปืทุทที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน และสกัดโดยวิธีการแปรความเป็นกรด-ด่างต่างกันโดยใช้ตัวทำละลายต่างกัน 3 ชนิด คือ เมทานอล สารละลายกรดเกลือร้อยละ 0.7 ในเมทานอล และสารละลายกรดเกลือร้อยละ 0.2 ใช้เวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเท่ากับ 41.41, 77.48 และ 126.91 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (รีนาประภาและคณะ, 2564; สุชาติและชญาดา, 2561) ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำปืทุทที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน ค่าแอนโทไซยานินที่วัดได้มีค่ามากกว่าตัวอย่างที่ผ่านความร้อน และค่าแอนโทไซยานินที่วัดได้ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่าสีเนื่องจาก เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ค่าสีที่วัดได้ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากการควักเอาแอนโทไซยานินที่จะถูกทำลายได้ง่ายในกระบวนการแปรรูปให้ความร้อน และละลายน้ำได้มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ (ภขมน, 2556; วัฒนา, 2562; 2564ก; 2564ข; 2564ค; 2565ก; Min-Kyoung et al., 2008; Stafford, 1994) นอกจากนี้ค่าเบตาเลน และแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่สำคัญในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ที่มีความสำคัญต่อร่างกาย แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลา และงบประมาณ การทำวิจัย ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สิ่งทดลอง พบว่า ไม่พบการเจริญเติบโตในทุกสิ่งทดลอง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำผลไม้รวมเข้มข้น มผช. 1307/2557 กล่าวไว้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ค่าที่วิเคราะห์นี้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2557) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ทุกสิ่งทดลองผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์เซชัน และเมื่อพิจารณาจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ (ตารางที่ 3) พบว่า อยู่ในช่วง 3.94-4.08 ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำ และมีความเป็นกรดสูง (High acid) มีผลป้องกันมิให้เกิดการออกของสปอร์แบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษทำให้เป็นอันตรายต่อชีวิตได้ และยับยั้งมิให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ เจริญเติบโตได้ กระบวนการเทคนิคขั้นตอนในการผลิตมีความสะอาดทุกขั้นตอน และมีความปลอดภัย แต่เนื่องจากเป็นกระบวนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์เซชันจะต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่อุณหภูมิต่ำทำให้ระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 2 สัปดาห์ซึ่งเป็นข้อจำกัดของวิธีการฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้ (จิรพรและสาวิณี, 2558; วัฒนา, 2562; 2564ก; 2564ข; 2564ค; 2565ก; 2565ข)

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สิ่งทดลองโดยใช้แบบทดสอบ 9 point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นค่าสี แสดงว่าการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ และเวลาที่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมทำให้กลิ่นน้ำปืทุทผสมแครอท และสับปะรดมีการสูญเสีย แต่กลิ่นรสของน้ำปืทุทน้ำแครอท และน้ำสับปะรด แต่ค่าสีไม่ต่างกันทั้งนี้อาจเนื่องจาก ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์สุดท้ายทั้ง 4 สิ่งทดลองมีสีแดงอมม่วงเข้มมาก ทำให้ผู้ทดสอบชิมอาจจะแยกความแตกต่างไม่ชัดเจน สิ่งทดลองที่ 1 ที่มีสัดส่วนน้ำปืทุทมากที่สุด (ร้อยละ 100) มีแนวโน้มที่ทำให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทำให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมีค่าลดลงทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก อัตราส่วนของปืทุทมากเกินไปทำให้มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสี และกลิ่น (จิรพรและสาวิณี, 2558; วัฒนา, 2562; 2564ก; 2564ข; 2564ค; 2565ก; สุรีย์, 2552) ส่วนสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีสัดส่วนน้ำปืทุท: น้ำแครอท: น้ำสับปะรดเท่ากับ 75: 0: 25 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับรวมสูงสุดเท่ากับ 7.17, 6.40 และ 6.70 ตามลำดับ ยกเว้นค่ากลิ่นสิ่งทดลองที่ 4 ที่มีสัดส่วนน้ำปืทุท: น้ำแครอท: น้ำสับปะรดเท่ากับ 50: 25: 25 ให้คะแนนการยอมรับสูงสุดเท่ากับ 6.23 สำหรับเหตุผลที่อาจเป็นไปได้คือ สัดส่วนของปืทุทไม่มากเกินไปตามธรรมชาติมีสีแดงเข้มซึ่งเป็นสี รสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นของปืทุท และกลิ่นเปรี้ยวของสับปะรด และความชอบโดยรวมที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด สำหรับกลิ่นการที่มีปืทุทในอัตราส่วนที่น้อยกว่าทุกสิ่งทดลอง (สิ่งทดลองที่ 4) ประกอบกับอัตราส่วนของแครอท และสับปะรดเท่ากันทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่แรงจนเกินไป ทำให้ผู้บริโภคยอมรับมากกว่าทุกสิ่งทดลอง (ปิ่นมณี, 2559; วัฒนา, 2562; สุรีย์, 2552)

เมื่อพิจารณาปริมาณสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำปืทุท น้ำแครอท และน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจนในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำปืทุทผสมน้ำแครอท และน้ำสับปะรดที่เหมาะสมจากผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัส พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 ให้คะแนนการยอมรับด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมมีค่าสูงสุดคือ 7.17, 6.40 และ



6.70 ตามลำดับ จากข้อสรุปที่ได้สามารถนำมาปรับใช้ในการผลิตเครื่องต้มเพื่อสุขภาพได้เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีความเป็นห่วงใยในเรื่องสุขภาพ ดังนั้นจึงควรศึกษาการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบในเรื่องการใช้วัตถุดิบอื่น ๆ ชนิดสารให้ความคงตัว สารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำ เช่น หญ้าหวาน และน้ำตาลไม้ชนิดอื่นลงไปเพื่อให้มีความหลากหลายในด้าน สี กลิ่น คุณค่าทางโภชนาการที่ได้รับ เช่น มะละกอ หรือสมุนไพร เช่น ชา เป็นต้น รวมถึงการศึกษาอายุการเก็บรักษาสารผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศช่วยรักษาคคุณค่าทางโภชนาการ และทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำปั่นทุพสมน้ำแครอทและน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารชั้นปีที่ 4 และเจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ช่วยเหลือด้านการเตรียมตัวอย่าง การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการปฏิบัติการตลอดจนการสนับสนุนทุนวิจัยด้วยงบประมาณคณะเทคโนโลยีการเกษตร จนแล้วเสร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณานิเทศสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. (2558). สับปะรด สูดยอดผลไม้ไทย ปลูกง่าย ทำไร้งาม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน.
- จิรพร สวัสดิการ และสาวณี แก้วเกตุ. (2558). การพัฒนาเครื่องต้มสมุนไพรเสริมคอลลาเจน. ใน พัฒนศิลป์ สำเร็จรัมย์ (บ.ก.), *สร้างสรรค์และพัฒนา เพื่อก้าวหน้าสู่ประชาคมอาเซียน ครั้งที่ 2. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ประจำปี พ.ศ. 2558* (น. 97-100).
- จุฬารณ เลิศบวรวงศ์ และริตา โอสถานนท์. (2551). การศึกษากระบวนการผลิตเครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากข้าวแดง. *วารสารวิจัยร่วมคำแห่ง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 11(1), 1-10.
- หัตถดาว ภาชีผล. (2557). ปีตาเลน: การสกัดและการวิเคราะห์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 42(4), 718-729.
- ธีรนาถ สุวรรณเรือง. (2560). ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในผักสด. *วารสารการเกษตรราชภัฏ*, 16(2), 40-45.
- นพวรรณ สมิตินันท์ และณัฐา โศกเกษม. (2532). ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแครอทโครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นลินี รัตนสุวรรณ. (2558). การหมักกรดแลคติกจากน้ำปั่นทุพด้วยแลคโตบาซิลลัส เพนโตซิลเพื่อใช้เป็นเครื่องต้มโปรไบโอติก. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง].
<https://opac.lib.kmitl.ac.th/catalog/Bibltem.aspx?BibID=b00194498>
- ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2559). การหมักน้ำปั่นทุพสมด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกและการใช้ไซเคิลสตาร์ทเตอร์. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 15(1), 143-149.
- ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2561). เครื่องต้มโปรไบโอติกจากพืช: ทางเลือกเครื่องต้มเพื่อสุขภาพ. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 17(1), 212-221.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส*. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภขมน พิษญาจิตติพงษ์. (2556). การผลิตและสมบัติทางชีวภาพของสเต็มอาหารจากเปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อผลสีแดง (*Hylocercus polyrhizus*). [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี].
<http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4984/2/Fulltext.pdf>



- รีนาประภา กลางนภา, ประวีณา แก้วเมือง และมณฑา หมีไพรพฤกษ์. (2564). ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกระยาสารท้าวทองสมุนไพโร. ใน ปาจารย์ ผลประเสริฐ (บ.ก.), *การประชุมวิชาการระดับชาติสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 1* (น. 866-873.)
- วัฒนา วิรุฒนิกร. (2562). อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมผักข้าวและกระเจี๊ยบแดง. ใน ประยงค์ แสนบุราร (บ.ก.), *ความท้าทายของอุดมศึกษาในการผลิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในศตวรรษที่ 21. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 3* (น. 2117-2126.)
- วัฒนา วิรุฒนิกร. (2564ก). ผลของชนิดและปริมาณนมแพะและนมวัวต่อคุณภาพเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะ ผสมนมวัว. ใน อลงกลด แทนอมทอง (บ.ก.), *มหาวิทยาลัย-ชุมชนร่วมกันสร้างพันธกิจสัมพันธ์ตามศาสตร์พระราชา เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4* (น. 1106-1115.)
- วัฒนา วิรุฒนิกร. (2564ข). การพัฒนาเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำเบอร์รี่รวม. ใน ขวลิศ ถิ่นวงศ์พิทักษ์ (บ.ก.), *Future trends of research and innovation. การประชุมวิชาการประชุมระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 15* (น. 146-153.)
- วัฒนา วิรุฒนิกร. (2564ค). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมันม่วงผสมขิงผสมดื่มเพื่อสุขภาพ. ใน ธนาธิป สุ่มอิม (บ.ก.), *การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 14* (น. 1042-1053.)
- วัฒนา วิรุฒนิกร. (2565ก). ผลของปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำแก้วนึ่งผสมน้ำมัลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพ. ใน อรทัย มิ่งธิพล (บ.ก.), *นวัตกรรมเกษตร อาหารและสุขภาพ. การประชุมวิชาการระดับชาติประจำปี พ.ศ. 2564* (น. 1235-1245.)
- วัฒนา วิรุฒนิกร. (2565ข). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงโกโก้ผสมผงใบบัวบก. ใน ไผตรี สุทธิจิตต์ (บ.ก.), *Economic and social recovery from covid-19 by research and Innovation. การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 11 พ.ศ. 2565* (น. 245-255.)
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. (2557). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำผลไม้รวมเข้มข้น มผช. 1307/2557*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุชาดา แก้วชานา และชญาดา กลิ่นจันทร์. (2561). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและหาปริมาณทั้งหมดของแอนโทไซยานินจากปีทูท. *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2561* (น. 314-325.)
- สุรพงษ์ พินิจกลาง และรัชนี้ ไสยประจง. (2561). การผลิตเครื่องดื่มชุปเปอร์เบอร์รี่ที่มีสารสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวหอมนิลบนพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร(ฉบับพิเศษ)*, 49(2), 25-28.
- สุรีย์ แก้วเที่ยง. (2552). *เครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำแครอท*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร]. <https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/761/soy%20milk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AOAC. (2000). *Official of Association of Analytical Chemists*. (17th ed.). Washington D. C.: Association of Analytical Chemists.
- AOAC. (2005). *Official of Association of Analytical Chemists*. (18th ed.). Washington D. C.: Association of Analytical Chemists.
- FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2008). *Chapter 3 and 18*. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>
- Kwanmuang, P. (2016). Fermentation of Mixed Beetroot Juice with Lactic acid bacteria and Recycling Starter. *Journal of Industrial Education*, 15(1), 143-149.



- Lareu, R. R., Zeugolis, D. I., Aburub, M., Pandit, A. and Raghunath, M. (2010). Essential Modification of the Sircol Collagen Assay for the Accurate Quantification of Collagen Content in Complex Protein Solutions. *Acta Biomater*, 6(8), 3146-3151.
- Min-Kyoung, K., Han-ah, K., Koh, K., Kim, H. S., Lee, Y. S. and Kim Y. H. (2008). Identification and quantification of anthocyanin pigments in colored rice. *Nutrition Research Practice*, 2(1), 46-49.
- Stafford, H. A. (1994). Anthocyanins and Betalains: Evolution of the Mutually Exclusive Pathways. (Review) *Plant Science*, 101(2), 91-98.